

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА АНОДИРОВАНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16**

Алюминий находит широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря доступности и комплексу физико-механических свойств. В настоящее время актуальным остается вопрос увеличения его коррозионной стойкости, износостойкости, поверхностной твердости. Большое количество научных работ в этом направлении посвящены совершенствованию процесса анодного оксидирования алюминия. Наиболее актуальным является подбор экономически доступных электролитов позволяющих формировать анодные оксидные покрытия с заданным комплексом физико-химических и триботехнических свойств. Например, существует работа, в которой исследуются вопросы улучшения эксплуатационных характеристик оксидной пленки путем добавления в электролит поверхностно-активных веществ (ПАВ) [1]. В статье [2] говорится о том, что самым распространенным в промышленности электролитом анодирования является серная кислота. Рекомендуемая концентрация серной кислоты составляет 170-200 г/л, так как при увеличении её содержания снижается скорость формирования оксидной плёнки из-за интенсификации процесса растворения оксида алюминия, происходит увеличение пористости и уменьшение твердости [3]. В данной работе изучалось влияние состава электролита анодирования алюминия на физико-механические свойства анодно-оксидных покрытий. Составы исследуемых электролитов приведены в таблице 1.

Анодированию подвергались образцы сплава алюминия Д16, как одного из самых широко применяемых материалов в различных отраслях народного хозяйства.

Таблица 1 – Составы исследуемых электролитов анодирования алюминия

№ эл-лита	Компоненты эл-лита	Концентрация, г/л
1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Щавелевая к-та	200 40
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Сульфосалициловая к-та	200 20
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Мыло	200 10
4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	200
5	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Тиомочевина	200 10
6	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Глицерин	200 100
7	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Лимонная к-та	200 20
8	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Эколан	200 2
9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Гликолевая к-та	200 50
10	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Сахар	200 20
11	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Винная к-та	200 50
12	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Молочная к-та	200 20

Исследования проводились в последовательности, представленной в таблице 2. Весь технологический процесс осуществлялся на миниатюризированной гальванической линии с консольным автооператором.

После анодирования проводились изменения толщины и микротвердости полученных анодных пленок. Толщина пленок определялась на срезах образцов с помощью оптического микроскопа на трех разных участках, микротвердость – по методу Виккерса в пяти точках под нагрузкой 10 г. Средние результаты измерений представлены в таблице 3.

Таблица 2 –Технологический процесс

Номер операции	Наименование операции	Компоненты раствора	Концентрация, г/л	t, °С	τ, мин	U, В
1	Травление	NaOH	110	комн.	5	
2	Двухкаскадная промывка	Дист. вода		18-20	2	
3	Осветление	HNO <sub>3</sub>	200	18-20	2	
4	Двухкаскадная промывка	Дист. вода		18-20	2	
5	Анодное оксидирование	Электролит анодирования	См. табл.1	20-25	40	20
6	Двухкаскадная промывка	Дист. вода		18-20	2	
7	Уплотнение	Дист. вода		75-85	20	

Таблица 3 – Зависимость микротвердости и толщины анодных пленок на алюминии, полученных в различных электролитах (таблица 1)

Номер электролита	Твёрдость, НВ	Толщина, мкм
1	89,4	10,8
2	-	12,35
3	-	1
4	-	7,94
5	140,67	17,4
6	105,58	11,13
7	107,14	13,27
8	92,98	16,2
9	99,6	12,73
10	74,92	16,7
11	124,03	13,93
12	132,44	8

У образцов, полученных в электролитах под номерами 2, 3 и 4 (таблица 1) не удалось измерить микротвердость в связи с высокой хрупкостью и малой толщиной анодно-оксидных покрытий. Наиболее высокой микротвердостью (140,67 НВ) обладали образцы, оксидированные в растворе №5 (таблица 1). Из микрофотографий срезов таких образцов (рисунок 1) следует, что при анодном оксидировании на поверхности сплава формируется достаточно равномерная по толщине пленка оксида алюминия.

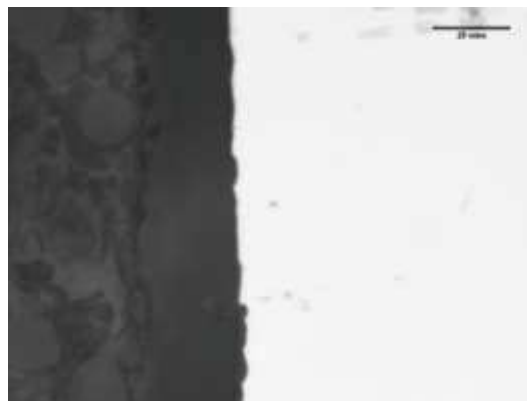


Рисунок 1 – Микрофотография среза образца из сплава Д16, после оксидирования в электролите №5 (таблица 1)

Таким образом, анодное оксидирование в сернокислом электролите с добавлением тиомочевины позволяет увеличить микротвердость сплава в 1,75 раза. При этом происходит формирование равномерной, в 2,2 раза большей по толщине анодной пленки по сравнению с сернокислым электролитом без добавок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние поверхностно-активных добавок на свойства пленок оксида алюминия, полученных методом высоковольтного электрохимического оксидирования на сплаве Д16 / Ю. В. Соколов, А. А. Паршутто // *Металлургия : республиканский межведомственный сборник научных трудов*. – Минск : БНТУ, 2015. – Вып. 36 – С. 197-206.
2. Основные методы анодного оксидирования алюминия и алюминиевых сплавов/ Д.В. Минаев // *Актуальные вопросы технических наук в современных условиях. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции*. – Инновационный центр развития образования и науки, 2015. – С. 175-177.
3. Получение и возможности использования в промышленности анодных оксидных покрытий на поверхности изделий из алюминия и его сплавов/М.А. Демидов, М.Ю. Кузьмина// *НАУЧНЫЙ ДИАЛОГ: МОЛОДОЙ УЧЕНЫЙ*. Сборник научных трудов по материалам XXVI международной научной конференции. – Центр Научных Публикаций Международной Объединенной Академии Наук, 2019. – С. 8-11.